

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-269524

(43)公開日 平成10年(1998)10月9日

(51)Int.Cl.⁸

G11B 5/31

識別記号

FI

G11B 5/31

D

C

K

審査請求 未請求 請求項の数10,FD(全13頁)

(21)出願番号 特願平10-25029

(22)出願日 平成10年(1998)1月21日

(31)優先権主張番号 08/787,000

(32)優先日 1997年1月21日

(33)優先権主張国 米国(US)

(71)出願人 000004075

ヤマハ株式会社

静岡県浜松市中沢町10番1号

(72)発明者 庄司 茂

静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式
会社内

(72)発明者 沢田 修一

アメリカ合衆国 カルフォルニア州

95112, サン・ホセ, センチュリー, セン
ター・コート, 100

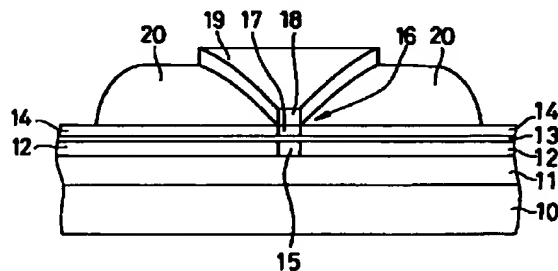
(74)代理人 弁理士 藤巻 正憲

(54)【発明の名称】 薄膜磁気ヘッド及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】 上部ポール幅の精度が高く、狭トラック幅高密度記録用のハードディスク用薄膜磁気ヘッドとして十分な特性を有すると共に、上部ポールに高飽和磁束密度材料を使用することを可能とし、NLTSを改善して記録密度の向上を可能とする薄膜磁気ヘッドを提供する。

【解決手段】 基板10上に下部ポール15が形成され、下部ポール15が埋め込まれた保護膜12の上にギャップ層13が形成されている。このギャップ層13上に下部ポール15と対向するように第1上部ポール17が形成されている。この第1上部ポール17の上面と面一になるように保護膜14が形成されており、この保護膜14の上に、絶縁層20に埋め込まれた複数層のコイル21からなるコイル部が設けられている。このコイル部上に、上部コア層19が形成されており、その先端部は第1上部ポール17上に積層されて電氣的に接続された第2上部ポール18を形成している。コイル部の形成前に形成された第1上部ポール17とコイル部の形成後に形成された第2上部ポール18とにより、上部ポール16が形成されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に形成された下部ボールを構成する下部磁気コア層と、この下部ボールの上に形成されたギャップ層と、このギャップ層上に前記下部ボールと対向するように形成された第1上部ボールと、この第1上部ボールの上面と面一に前記第1上部ボールを埋め込むように前記ギャップ層上に形成された非磁性材料からなる第1上部ボール埋込層と、この第1上部ボール埋込層の上に設けられた絶縁層に埋め込まれた複数層のコイルからなるコイル部と、このコイル部上に形成されその先端部が前記第1上部ボール上に積層されて磁気的に結合する第2上部ボールとなる上部磁気コア層と、を有することを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項2】 前記第1上部ボール及び下部ボールの前記ギャップ層を挟んで対向する面の少なくとも1方に、前記第1上部ボール及び下部ボールよりも飽和磁束密度が高い高飽和磁束密度層を形成したことを特徴とする請求項1に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項3】 前記下部ボールの下に、磁気抵抗効果素子が形成されており、前記下部ボールは書き込用の下部ボールとして機能すると共に、磁気抵抗効果素子の上部シールドとしても機能することを特徴とする請求項1又は2に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項4】 前記磁気抵抗効果素子の下部に下部シールド層が形成されていることを特徴とする請求項3に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項5】 前記第2上部ボールは前記第1上部ボールよりも幅広に積層されていることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項6】 基板と、この基板上に形成され下部ボール及び下部磁気コア層を構成する下部磁性層と、この下部磁性層の上に形成され非磁性材料からなるギャップ層と、このギャップ層の上に形成された非磁性層と、前記非磁性層の上面と面一に前記非磁性層に埋め込まれた第1上部ボールと、前記第1上部ボールに磁気的に結合された第2上部ボール及び上部磁気コア層を構成する上部磁性層と、を有することを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項7】 前記非磁性層の上に形成されたコイル層と、このコイル層を電気的に絶縁するようにコイル層を被覆する絶縁層とを有し、前記上部磁気コア層は前記絶縁層の上に形成されていることを特徴とする請求項6に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項8】 基板上に、下部ボール及び下部磁気コア層を構成する下部磁性層を形成する工程と、前記下部磁性層上に、非磁性材料からなるギャップ層を形成する工程と、前記ギャップ層上に第1上部ボールを形成する工程と、

前記ギャップ層及び前記第1上部ボールの上に非磁性層を形成する工程と、

前記非磁性層の一部を除去して前記第1上部ボールが前記非磁性層の上面と面一になるように前記非磁性層に埋め込まれた形状を得る工程と、

第2上部ボール及び上部磁気コア層を構成する上部磁性層を形成する工程と、

を有し、前記第2上部ボールは前記第1上部ボールと磁気的に結合していることを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項9】 前記第1上部ボールを形成する工程は、前記ギャップ層上に、開口を有するレジストパターンを形成する工程と、

前記開口内に磁性材料を埋め込んで第1上部ボールを形成する工程とを有することを特徴とする請求項8に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項10】 更に、

前記非磁性層の上にコイル層を形成する工程と、

前記コイル層を絶縁層で被覆してコイル層を電気的に絶縁する工程と、

を有し、前記上部磁気コア層は前記絶縁層の上に形成されることを特徴とする請求項8又は9に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は上部ボールと下部ボールとをその間にギャップ層を挟んで形成し、上部磁気コア層と下部磁気コア層とにより上部ボールと下部ボールとの間に磁路を形成して磁気記録媒体に対してデータの記録再生を行う薄膜磁気ヘッド及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の薄膜磁気ヘッドは例えば特開平4-356704号公報（対応米国特許第5,479,310号）に記載されており、図29、30、31は従来の薄膜磁気ヘッドの製造工程を示す図であり、図31は平面図、図29は図31のA-A線断面図であってコア長手方向の断面図、図30は図31のB-B線断面図であってコア幅方向の断面図である。図29に示すように、基板上に絶縁層1が形成されており、この絶縁層1の表面に下部磁気コア層2が形成されている。そして、下部磁気コア層2上にはギャップ層3が形成されており、ギャップ層3上には絶縁層4内に埋め込まれるようにして複数層のコイル層5が形成されている。そして、この絶縁層4を含む全面にレジスト6が形成されている。

【0003】このレジスト膜6には図31に示すように上部磁気コア層及び上部ボールを形成するための溝7が露光及び現像によりパターン形成される。この溝7の先端部分8は上部ボールを形成する部分である。そして、

10

20

30

40

50

この溝7内に、81パーマロイ等の磁性材料を埋め込むように形成し、その後レジスト6を除去することにより、上部磁気コア層及び上部ポールが形成される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述のようにして製造された従来の薄膜磁気ヘッドにおいては、レジスト6の露光現像されたパターンである溝7の先端部分8の断面形状は、図30に示すように、上方部分が幅広で、下方部分が狭くなっており、幅の制御が困難であり、上部ポールの幅がばらつきやすいという欠点がある。この原因は以下のとおりである。コイル層5が埋設された絶縁層4は10乃至20 μm の厚さの巨大なパターンである。このような巨大なパターンを被覆するためには、上部磁気コア層及び上部ポール形成用のレジスト6は極めて厚くする必要がある。このため、特に、上部ポール形成領域(先端部分8)においては、このレジスト6の厚さは更に厚くなり、7乃至15 μm にまで達する。このように、レジスト6が厚いため、これを露光現像し、4 μm 以下の幅の上部ポールのパターンを形成しようとする、そのパターンの幅は極めて不安定で

ばらつきやすくなる。従って、ポール幅の精度 3σ は $\pm 0.7\mu\text{m}$ が限度であり、このような大きなばらつきは狭トラック幅高密度記録用のハードディスク用薄膜磁気ヘッドとしては不十分であった。

【0005】一方、ポール材料として、上記81パーマロイ(81Ni-19Fe:組成は重量比、以下同じ)の替わりに、高飽和磁束密度の材料を使用すると、濃密な磁束を磁気記録媒体に導くことができる。このため、ポールのギャップ側端部の磁束密度が上がり、その勾配がシャープになるため、磁化密度(Hc)が高い高性能な記録媒体に強い信号を書き込むことができる。また、記録媒体上の磁化反転遷移領域が狭く、シャープになるため、NLTS(非線形ビットシフト(Non Linear Transition Shift))、NLBS(Non Linear Bit Shift)ともいう)が改善されて記録密度が向上する。

【0006】例えば、81パーマロイ(81Ni-19Fe)は飽和磁束密度(Bs)が約8000Gであるのに対し、高飽和磁束密度の材料は、94Co-6Fe、45Ni-55Fe及びFeTa-Nが飽和磁束密度が約16000G、30Fe-25Co-45Niが飽和磁束密度が約15500Gである。このように、81パーマロイに比して、飽和磁束密度が高い材料をポール材として使用すると、記録密度を向上させることができる。

【0007】しかし、従来の薄膜磁気ヘッドは、上部磁気コア層及び上部ポールを1回の露光現像パターンで形成しているため、上部ポールを上記高飽和磁束密度の材料で形成しようとする、上部磁気コア層も同様に高飽和磁束密度の材料で形成する必要がある。しかし、一般的に、高飽和磁束密度の材料の磁歪定数 πs は81パーマロイよりも大きいので、ヘッド内の内部応力及び熱応

力によってコアに歪みが誘起されると、その歪みで高飽和磁束密度材の磁気特性が大きく変化し、劣化するという欠点がある。上部磁気コア層は応力を受けやすいと共に、比較的大面積であるため、この上部磁気コア層として、高飽和磁束密度の層を形成すると、内部応力及び熱応力などによりコアに誘起される歪みにより、コアと磁路全体が大きな影響を受け、安定した特性を得ることが困難である。

【0008】本発明はかかる問題点に鑑みてなされたものであって、上部ポール幅の精度が高く、狭トラック幅高密度記録用のハードディスク用薄膜磁気ヘッドとして十分な特性を有すると共に、上部ポールに高飽和磁束密度材料を使用して、NLTSを改善して記録密度の向上を可能とする薄膜磁気ヘッド及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明に係る薄膜磁気ヘッドは、基板上に形成された下部ポールを構成する下部磁気コア層と、この下部ポールの上に形成されたギャップ層と、このギャップ層上に前記下部ポールと対向するように形成された第1上部ポールと、この第1上部ポールの上面と面一に前記第1上部ポールを埋め込むように前記ギャップ層上に形成された非磁性材料からなる第1上部ポール埋込層と、この第1上部ポール埋込層の上に設けられた絶縁層に埋め込まれた複数層のコイルからなるコイル部と、このコイル部上に形成されその先端部が前記第1上部ポール上に積層されて磁気的に結合する第2上部ポールとなる上部磁気コア層と、を有することを特徴とする。

【0010】この薄膜磁気ヘッドにおいて、前記第1上部ポール及び下部ポールの前記ギャップ層を挟んで対向する面の少なくとも1方に、前記第1上部ポール及び下部ポールよりも飽和磁束密度が高い高飽和磁束密度層を形成することができる。

【0011】また、前記下部ポールの下に、磁気抵抗効果素子を形成し、前記下部ポールは書込用の下部ポールとして機能すると共に、磁気抵抗効果素子の上部シールドとしても機能するように構成することができる。

【0012】更に、前記磁気抵抗効果素子の下部に下部シールド層を形成することができ、更にまた前記第2上部ポールを前記第1上部ポールよりも幅広に積層することが好ましい。

【0013】本発明に係る第2の薄膜磁気ヘッドは、基板と、この基板上に形成され下部ポール及び下部磁気コア層を構成する下部磁性層と、この下部磁性層の上に形成され非磁性材料からなるギャップ層と、このギャップ層の上に形成された非磁性層と、前記非磁性層の上面と面一に前記非磁性層に埋め込まれた第1上部ポールと、前記第1上部ポールに磁気的に結合された第2上部ポール及び上部磁気コア層を構成する上部磁性層と、を有す

ることを特徴とする。

【0014】この薄膜磁気ヘッドにおいて、前記非磁性層の上に形成されたコイル層と、このコイル層を電氣的に絶縁するようにコイル層を被覆する絶縁層とを有し、前記上部磁気コア層は前記絶縁層の上に形成されているように構成することができる。

【0015】本発明に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法は、基板上に、下部ボール及び下部磁気コア層を構成する下部磁性層を形成する工程と、前記下部磁性層上に、非磁性材料からなるギャップ層を形成する工程と、前記ギャップ層上に第1上部ボールを形成する工程と、前記ギャップ層及び前記第1上部ボールの上に非磁性層を形成する工程と、前記非磁性層の一部を除去して前記第1上部ボールが前記非磁性層の上面と面一になるように前記非磁性層に埋め込まれた形状を得る工程と、第2上部ボール及び上部磁気コア層を構成する上部磁性層を形成する工程と、を有し、前記第2上部ボールは前記第1上部ボールと磁氣的に結合していることを特徴とする。

【0016】この薄膜磁気ヘッドの製造方法において、前記第1上部ボールを形成する工程は、前記ギャップ層上に、開口を有するレジストパターンを形成する工程と、前記開口内に磁性材料を埋め込んで第1上部ボールを形成する工程とを有することができる。また、この薄膜磁気ヘッドの製造方法において、更に、前記非磁性層の上にコイル層を形成する工程と、前記コイル層を絶縁層で被覆してコイル層を電氣的に絶縁する工程と、を有することができる。この場合は、前記上部磁気コア層は前記絶縁層の上に形成される。

【0017】本発明においては、第1上部ボールが、コイル部の形成前に形成され、第2上部ボールが上部磁気コア層と同時に、コイル部の形成後に形成される。即ち、上部ボールは少なくとも2段階に分けて形成される。従って、第1上部ボールはコイル部の厚さの影響を受けずに形成することができ、その幅寸法を極めて高い精度で形成することができる。例えば、ボール幅の精度 3σ が $\pm 0.2\mu\text{m}$ 以下というように極めて高精度の第1上部ボールを形成することができる。

【0018】しかも、この第1上部ボールと上部磁気コア層とを別の工程で形成することができるので、第1上部ボールを高飽和磁束密度の材料で形成し、上部磁気コア層を例えば Hf パーマロイ等で形成することにより、磁化密度(H_c)が高い高性能な記録媒体に強い信号を書き込むことができ、更にNLTが改善されて記録密度を向上させることができると共に、ヘッド内の内部応力及び熱応力によって誘起される歪みにより、磁気特性が劣化する虞がなく、安定した特性を得ることができる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例について、添付の図面を参照して具体的に説明する。図1は本発明

の第1実施例に係る薄膜磁気ヘッドの正面図、図2は同じくそのボール中心を通る側面断面図である。

【0020】なお、本願明細書において、「上側」とは、薄膜磁気ヘッドにおいて、ギャップ層に関して磁束を誘起するコイル層が形成された領域の側をいい、「下側」とは、ギャップ層に関して前記「上側」の反対側をいう。

【0021】また、本願明細書においては、「長さ方向」とは、磁気記録媒体にほぼ垂直な方向をいい、「幅方向」とは、磁気記録媒体にほぼ平行な方向であって磁性層のボール部分の主平面に平行な方向(図1の横方向)をいい、「高さ方向」とは、磁気記録媒体にほぼ平行な方向であって磁性層のボール部分の主平面に平行な方向(図1の縦方向)をいう。

【0022】図1に示すように、基板10の上に、保護膜11が形成され、保護膜11の上に保護膜12と下部ボール15が形成されている。この下部ボール15を構成する下部磁気コア層15aは、保護膜12に埋め込まれるようにしてパターン形成されている。保護膜12及び下部ボール15上には、ギャップ層13が所定の長さで形成されており、ギャップ層13の上には保護膜14及び第1上部ボール17が形成されている。第1上部ボール17は所定の幅で所定長さだけパターン形成されている。また、埋設保護膜14はギャップ層13と同一の長さ形成されている。そして、保護膜14上には、絶縁層20内に埋め込まれるようにして、複数層のコイル層21が形成されている。この絶縁層20は従来と同様に、厚さが10乃至 $20\mu\text{m}$ という巨大なものである。そして、この絶縁層20上には、上部磁気コア層19が形成されており、この上部磁気コア層19の先端部は第1上部ボール17上に接触して重ねられ、第1上部ボール17に電氣的に接続されている。この上部磁気コア層19は1回の露光現像でパターン形成されるが、その第1上部コア17上に重ねられる先端部は第2上部ボール18として、第1上部ボール17と共に、上部ボール16を構成している。この上部ボール16の先端部に磁気記録媒体MDが対向する。

【0023】次に、上述の如く構成された薄膜磁気ヘッドの製造方法について説明する。図3乃至図12はこの薄膜磁気ヘッドの製造方法を工程順に示す断面図である。各図において、(a)は正面断面図、(b)は側面断面図である。図3に示すように、基板10は例えば $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiC}$ (セラミックス)からなり、この基板10上に、 SiO_2 、 Al_2O_3 等からなる保護膜11がスパッタリングにより形成されている。この保護膜11の上に、下部磁気コア層15aを所定の幅でパターン形成する。この下部磁気コア層15aは例えばパーマロイで形成されている。

【0024】次に、図4に示すように、 Al_2O_3 膜22を全面にスパッタリングにより形成し、その後、図5に

示すように、 Al_2O_3 膜22の表面を研磨して平坦化する。これにより、 Al_2O_3 からなる保護膜12に下部磁気コア層15aが埋設された形状となり、下部磁気コア層15aの上面と保護膜12の上面とが面一になる。

【0025】その後、図6に示すように、保護膜12及び下部磁気コア層15aの上に、 Al_2O_3 のような非磁性材料からなるギャップ層13を形成する。

【0026】次いで、図7に示すように、ギャップ層13の平坦な表面上にレジスト膜50を形成し、後工程で形成すべき第1上部ボールのパターンを有するマスク51を使用してレジスト膜50をフォトリソグラフィによりパターンニングする。

【0027】これにより、図8に示すように、パターンニング後のレジスト膜52は第1上部ボールに整合する位置に開口53を有する。このレジスト膜52は平坦なギャップ層13上に形成されているため、厚く堆積する必要はない。このため、開口53の側壁はほぼ垂直であり、開口53の上部幅と下部幅は相違しない。従って、第1上部ボールの幅を高精度で制御することが可能である。

【0028】次いで、図9に示すように、パターンニングされたレジスト52の開口をメッキにより埋め込むことによって第1上部ボール17aを形成する。第1上部ボール17aは例えばパーマロイにより形成されている。

【0029】その後、図10に示すように、レジスト膜52を除去し、第1上部ボール17aのみを残す。この第1上部ボール17aは下部磁気コア層15aに整合する領域に配置されており、下部磁気コア層15aと同一の幅を有し、ボールとして必要な長さを有している。

【0030】次いで、図11に示すように、この第1上部ボール17aを含む全面に Al_2O_3 膜23をスパッタリングにより堆積する。

【0031】その後、図12に示すように、 Al_2O_3 膜23の表面を研磨して、 Al_2O_3 からなる保護膜14内に、第1上部ボール17が埋め込まれた形状を得る。前記研磨により平坦化されて、第1上部ボール17と保護膜14の上面は面一となる。

【0032】その後、図13に示すように、第1上部ボール17と保護膜14とからなる平坦な面上の第1上部ボール17を外れた位置に、複数層のコイル21を絶縁層20内に埋め込んで形成する。コイル21は例えばCuからなり、絶縁層20は例えば SiO_2 又は Al_2O_3 からなる。この絶縁層20は第1上部ボール17の上には形成されないようにする。

【0033】そして、図14に示すように、絶縁層20上に、例えば、パーマロイからなる上部磁気コア層19を所定のパターンに形成する。上部磁気コア層19の先端部は、第1上部ボール17の幅と同一か又はこれより幅広になるように、第1上部ボール17上に積層されて形成されている。これにより、この第1上部ボール17

上に形成された上部磁気コア層19の部分が、第2上部ボール18となって、第1上部ボール17と共に上部ボール16として機能する。

【0034】次いで、図15に示すように、全面に Al_2O_3 膜24をスパッタリングした後、第1上部ボール17の先端が所定の長さになるように研磨する。ボール先端の研磨された平坦な部分は磁気記録媒体MDに対面するエアベアリング面(ABS)である。これにより、図1、2に示す薄膜磁気ヘッドが完成する。

【0035】このようにして構成される薄膜磁気ヘッドは、上部ボール16が第1上部ボール17と第2上部ボール18とに分かれており、第1上部ボール17はコイル21及び絶縁層20を形成する前に形成されるので、この厚い絶縁層20(コイル部)の影響を受けずにフォトリソグラフィの工程により高精度で形成することができる。このように、下部ボール15との間で磁路を形成する第1上部ボール17の幅を高精度で形成することができるため、本実施例においては、狭トラック幅高密度記録用のハードディスク用として十分な性能を有する薄膜磁気ヘッドを得ることができる。例えば、この第1上部ボール17の形成精度は、 3σ で $\pm 0.2\mu m$ 以下である。

【0036】なお、図16に示すように、第2上部ボール18が第1上部ボール17よりも幅が狭いと、下部ボール15と対向している第1上部ボール17に十分に磁束を導くことができない。一方、この問題点を解決するために、第2上部ボール18を第1上部ボール17よりも幅広になるように形成しようとする、本実施例のように、第1上部ボール17を保護膜14内に埋め込んで面一になるように形成しておかないと、図17に示すように、第2上部ボール18が第1上部ボール17の幅を超えてギャップ層13上に広がってしまう。しかし、本実施例のように、第1上部ボール17を保護膜14内に埋め込んだ形状に形成しておくことにより、このような不都合を回避することができる。

【0037】また、図18に示すように、従来方法により製造された薄膜磁気ヘッドは、上部ボール26の幅が下部ボール25の幅よりも狭い。このため、上部ボール26に流れ得る総磁束量が下部ボール25に流れ得る総磁束量より小さいことになり、書き込みに重要なトレーリングエッジ(trailing edge)側の磁束密度が小さくなりがちであり、書き込み能力に問題がある。

【0038】しかし、本願発明においては、図19に示すように、第1上部ボール26aの幅をW1、第2上部ボール26bの幅をW2としたとき、第2上部ボール26bの幅W2を下部ボール25の幅と同一にするか(図19(a))、又は第1上部ボール26aの幅W1を下部ボール25の幅と同一にする(図19(b))ことに、上記問題点を解消することができ、下部ボールに十分な磁束を供給することができるので、書き込み能力

10

20

30

40

50

が向上する。なお、図19(c)に示すように、第2上部ボール26bの幅は第1上部ボール26aの幅W1から徐々に広くなって、W2まで拡げるようにしてもよい。図19において、t1は第2上部ボール26bの厚さ、t2は第1及び第2上部ボール26a、26bの全厚さである。また、W1、W2、t1、t2は夫々好ましくは、 $1.7\mu\text{m}$ 、 $2.1\mu\text{m}$ 、 $3.5\mu\text{m}$ 、 $5.5\mu\text{m}$ である。

【0039】図20は本発明の第2の実施例に係る薄膜磁気ヘッドを示す正面図、図21は同じくボール中心部をとる側面断面図である。本実施例は、第1上部ボール17及び下部ボール15におけるギャップ層13を介して対向する面に、夫々高飽和透磁率材料からなる高飽和磁束密度(Bs)層30、31を形成した点が第1の実施例と異なる。このようにギャップ層13を挟むボール先端部に高飽和磁束密度の層30、31を形成することにより、高飽和磁束密度層30、31間に漏れ磁束を生じさせる高磁場強度が得られ、磁化密度Hcが高い磁気記録媒体に書き込むことができる高い磁束密度が得られる。また、シャープな磁場勾配を得ることができるため、シャープな磁化反転を記録媒体に生じさせることができる。

【0040】特に、第1上部ボール17を81パーマロイで形成することにより、第1上部ボール17から下部ボール15に向かう磁束は、高透磁率を有する。この場合に、高飽和磁束密度層30がギャップ層13に対面する第1上部ボール17の先端面に形成されていると、ギャップ層13の両側縁の最大漏れ磁場は第1上部ボールの材料に対する高飽和磁束密度の材料の比まで増加する。従って、高い磁化率の記録媒体にデータを書き込むために十分な磁束を第1上部ボール17から下部ボール15に導くことができる。なお、高飽和磁束密度層30、31は、 $94\text{Co}-6\text{Fe}$ 、 $45\text{Ni}-55\text{Fe}$ 、 FeTaN 又は $30\text{Fe}-25\text{Co}-45\text{Ni}$ 等により形成することができる。 81パーマロイ ($81\text{Ni}-19\text{Fe}$)の飽和磁束密度(Bs)は約8000Gであるのに対し、 $94\text{Co}-6\text{Fe}$ 、 $45\text{Ni}-55\text{Fe}$ 及び FeTaN の飽和磁束密度が約16000G、 $30\text{Fe}-25\text{Co}-45\text{Ni}$ の飽和磁束密度が約15500Gである。

【0041】図22はボール上に形成された高飽和磁束密度層の変形例を示す図である。ボールは上部ボール33及び下部ボール32からなる。この図22(a)に示すように、上部ボール33を構成する第1上部ボール34aの全体を高飽和磁束密度の材料で形成してもよいし、図22(b)に示すように、第1上部ボール34aに加えて、下部ボール32のギャップ層側の一部34bも高飽和磁束密度の材料で形成することができる。また、図22(c)に示すように、下部ボール32の高飽和磁束密度材料で形成されていない部分の幅を広くする

こともできる。高飽和磁束密度材料層はその一部をギャップ層13寄りの第1上部ボール34a上に形成することもできる。

【0042】図22に示すように、第1上部ボール34aとして高飽和磁束密度材料からなる層を設けると、書き込み能力を向上させることができる。この場合に、第1上部ボールは小面積であるため、内部応力及び熱応力が作用しても歪みが生じにくい。また、第1上部ボール34aは上部ボール33の先端部の極めて小さい領域に形成されるので、仮に第1上部ボール34aが応力を受けて歪みが発生しても、磁気コア及び磁路全体に対する影響は小さい。このため、高飽和磁束密度の材料を使用した高性能な薄膜磁気ヘッドを安定して得ることができる。

【0043】例えば、 $45\text{Ni}-55\text{Fe}$ 合金を第1上部ボールに使用して薄膜磁気ヘッドを製造し、磁化密度Hcが2300エルステッドの磁気記録媒体に書き込んだ場合、 $81\text{Ni}-19\text{Fe}$ 合金を使用した薄膜磁気ヘッドに比して、NLTsが3dB向上した。また、記録を繰り返した場合の安定性も優れていた。

【0044】図23は本願発明の第3の実施例に係る薄膜磁気ヘッドを示す正面図、図24は同じくそのボール中心をとる側面断面図である。基板10上の保護膜11上に、下部シールド層42が保護膜44に埋め込まれるようにして形成されており、この下部シールド層42の上には、保護膜43に埋め込まれたMR(磁気共鳴)素子40が配設されている。そして、このMR素子40が埋め込まれた保護膜43の上には、上部シールドとしても機能する下部ボール41が保護膜12に埋め込まれて形成されている。この保護膜12及び下部ボール41上には、ギャップ層13が形成されており、ギャップ層13上には、保護膜14に埋め込まれた第1上部ボール17が形成されている。そして、保護膜14上には、複数のコイル層21が埋め込まれた絶縁層20が形成されており、絶縁層20上には上部磁気コア層19が形成されている。この上部磁気コア層19の先端部分は第1上部ボール17上に重ねられて電氣的に接続されており、第1上部ボール17と共に、上部ボールを構成する第2上部ボール18として機能する。

【0045】図25及び図26は図23及び図24のボール部分を拡大して示す図である。この図25及び図26に示すように、MR素子40が保護膜43に埋め込まれて形成されており、このMR素子40を挟むようにして、下部シールド層42及び上部シールド層(下部ボール41)が配置されている。そして、第1上部ボール17はMR素子40に対向する位置に配置されている。第2上部ボール18はこの第1上部ボール17よりも幅広に形成されている。

【0046】本実施例においては、磁気抵抗効果素子を使用した薄膜磁気ヘッドが得られる。この薄膜磁気ヘッ

ドは、下部ボール41が上部ボール(17、18)に対して下部ボールとして機能すると共に、MR素子40に対する上部シールドとしても機能する。

【0047】このMR素子を使用した薄膜磁気ヘッドにおいても、図27及び図28に示すように、第1上部ボール17及び下部ボール41のギャップ層側の面に、高飽和磁束密度層30、31を形成することができる。このように、高飽和磁束密度層を設けることにより、図20、21に示す第2実施例と同様の効果を奏することができる。

【0048】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る薄膜磁気ヘッドは、上部ボールを第1上部ボールと第2上部ボールとに分け、第1上部ボールをコイル部の形成前に形成する構造を有するので、第1上部ボールは極めて厚いコイル部の影響を受けないで形成することができるため、その幅を高精度で制御して形成することができる。このため、本発明の薄膜磁気ヘッドは狭トラック幅高密度記録用ハードディスクに使用される薄膜磁気ヘッドとして必要十分な特性を有している。

【0049】また、第1上部ボール及び/又は下部ボールのギャップ層を挟んで対向する面に、高飽和磁束密度層を設けることにより、高密度の磁束をギャップ層の磁路に形成することができるので、磁化密度Hcが高い高性能な磁気記録媒体に強い信号を書き込むことができ、しかもヘッド内の内部応力及び熱応力等が作用しても上部磁気コア層には歪みが誘起されず、磁気特性が劣化しないという利点がある。

【0050】更に、この第1上部ボールをインダクティブヘッドに使用することもできるし、MRヘッドのインダクティブライターに使用することもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例に係る薄膜磁気ヘッドを示す正面図である。

【図2】同じくそのボール中心を通る側面断面図である。

【図3】同じくその製造工程を示す正面断面図(a)及び側面断面図(b)である。

【図4】同じくその製造工程を示す正面断面図(a)及び側面断面図(b)である。

【図5】同じくその製造工程を示す正面断面図(a)及び側面断面図(b)である。

【図6】同じくその製造工程を示す正面断面図(a)及び側面断面図(b)である。

【図7】同じくその製造工程を示す正面断面図(a)及び側面断面図(b)である。

【図8】同じくその製造工程を示す正面断面図(a)及び側面断面図(b)である。

【図9】同じくその製造工程を示す正面断面図(a)及び側面断面図(b)である。

【図10】同じくその製造工程を示す正面断面図(a)及び側面断面図(b)である。

【図11】同じくその製造工程を示す正面断面図(a)及び側面断面図(b)である。

【図12】同じくその製造工程を示す正面断面図(a)及び側面断面図(b)である。

【図13】同じくその製造工程を示す正面断面図(a)及び側面断面図(b)である。

10 【図14】同じくその製造工程を示す正面断面図(a)及び側面断面図(b)である。

【図15】同じくその製造工程を示す正面断面図(a)及び側面断面図(b)である。

【図16】第1上部ボールを保護層で面一に埋め込む理由を説明する図である。

【図17】同じく、第1上部ボールを保護層で面一に埋め込む理由を説明する図である。

【図18】磁束量の問題点を説明する図である。

【図19】(a)乃至(c)は第1実施例における上部ボールの幅と下部ボールの幅との関係を示す図である。

20 【図20】本発明の第2実施例に係る薄膜磁気ヘッドを示す正面図である。

【図21】同じくそのボール中心を通る側面断面図である。

【図22】(a)乃至(c)は第2実施例における上部ボールの幅と下部ボールの幅との関係を示す図である。

【図23】本発明の第3実施例に係る薄膜磁気ヘッドを示す正面図である。

【図24】同じくそのボール中心を通る側面断面図である。

30 【図25】図23のボール部分の拡大図である。

【図26】図24のボール部分の拡大図である。

【図27】本発明の第4実施例に係る薄膜磁気ヘッドを示す正面図である。

【図28】同じくそのボール中心を通る側面断面図である。

【図29】従来の薄膜磁気ヘッドの側面断面図であって、図31のA-A線による断面図である。

【図30】従来の薄膜磁気ヘッドの正面断面図であって、図31のB-B線による断面図である。

40 【図31】従来の薄膜磁気ヘッドの平面図である。

【符号の説明】

1、10：基板

2、15：下部ボール

3、13：ギャップ層

4、20：絶縁層

5、21：コイル層

11、12、14：保護膜

15a：下部磁気コア層

16：上部ボール

50 17：第1上部ボール

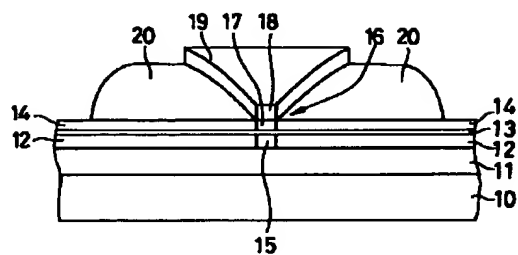
13

14

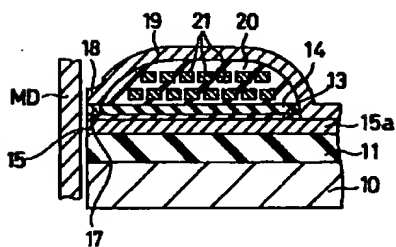
18: 第2上部ボール
19: 上部磁気コア層
30、31: 高飽和磁束密度層
40: MR素子

41: 下部ボール
42: 下部シールド層
43、44: 保護膜

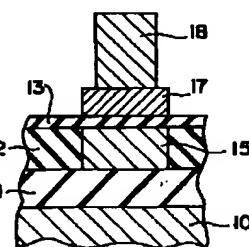
【図1】



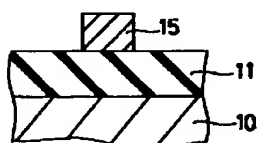
【図2】



【図16】

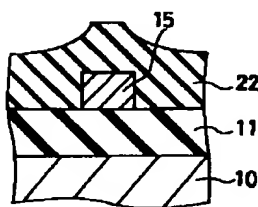


【図3】



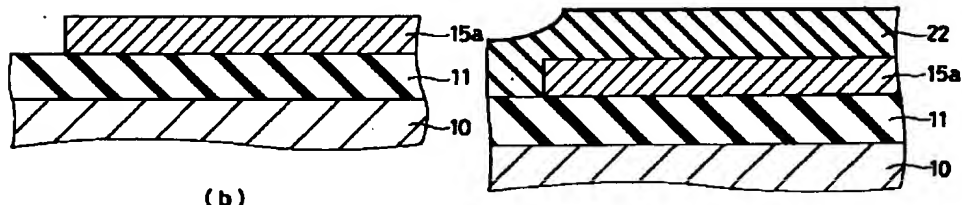
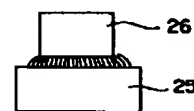
(a)

【図4】

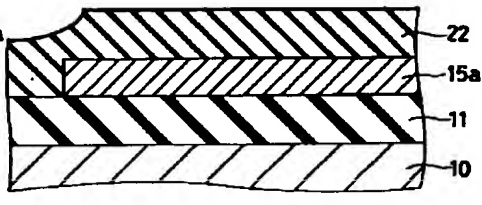


(a)

【図18】

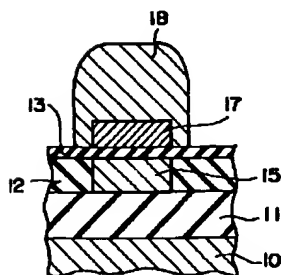


(b)

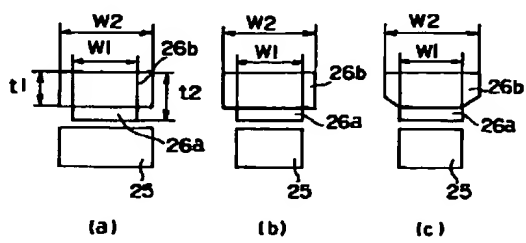


(b)

【図17】



【図19】

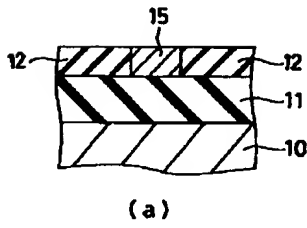


(a)

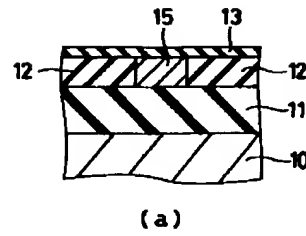
(b)

(c)

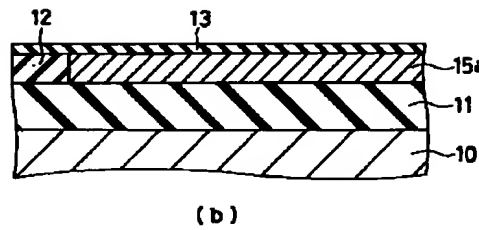
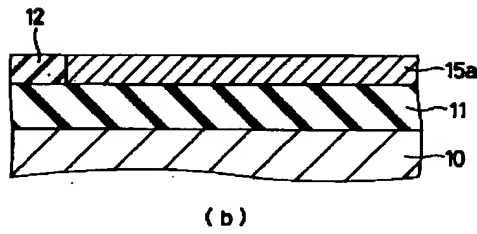
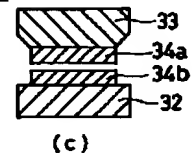
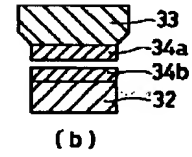
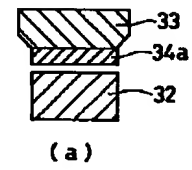
【図5】



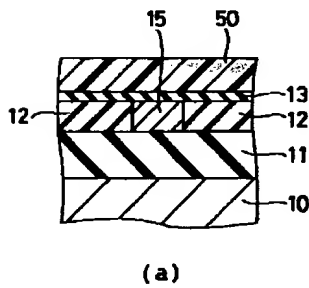
【図6】



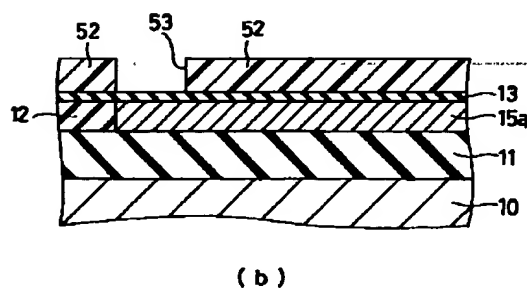
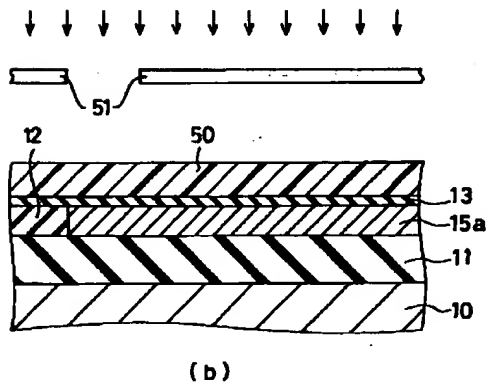
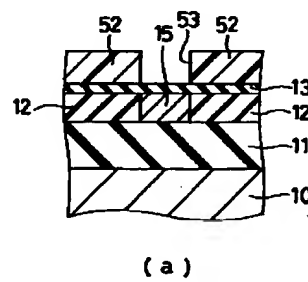
【図22】



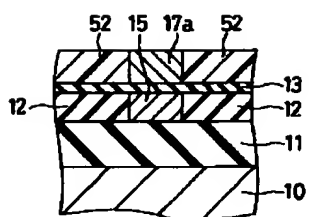
【図7】



【図8】

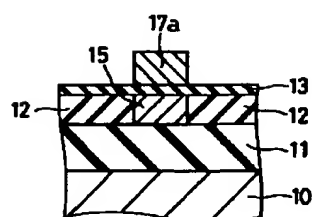


【図9】

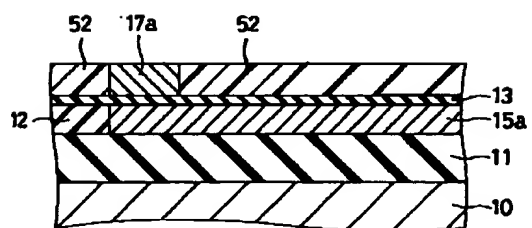


(a)

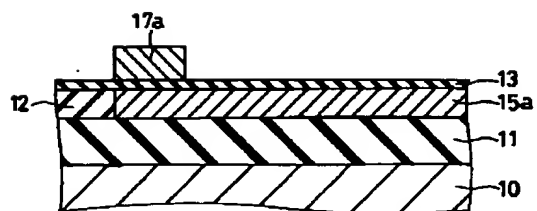
【図10】



(a)

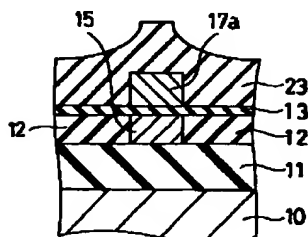


(b)



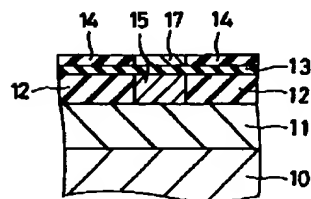
(b)

【図11】

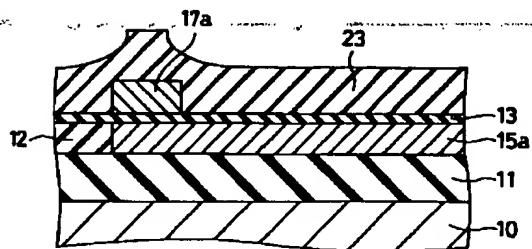


(a)

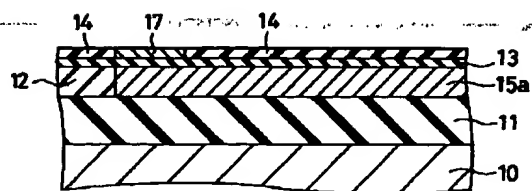
【図12】



(a)

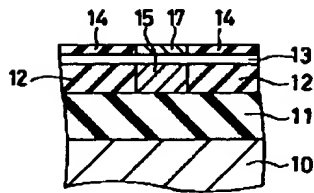


(b)



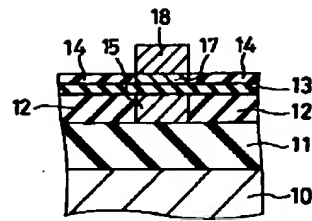
(b)

【図13】

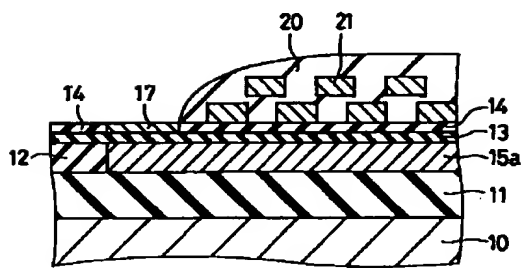


(a)

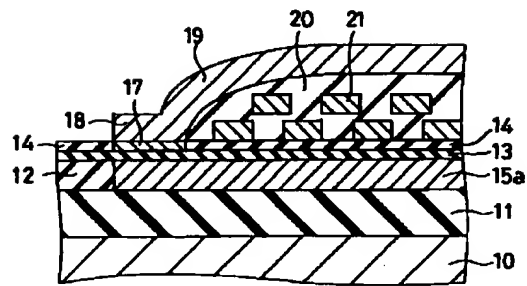
【図14】



(a)

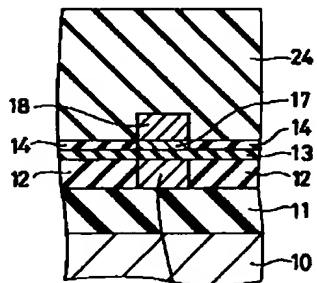


(b)



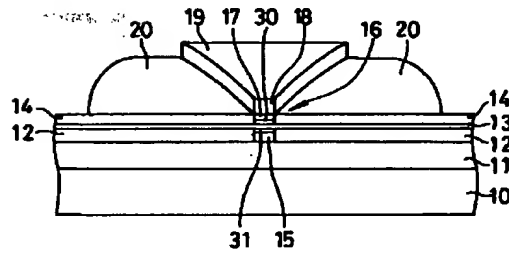
(b)

【図15】

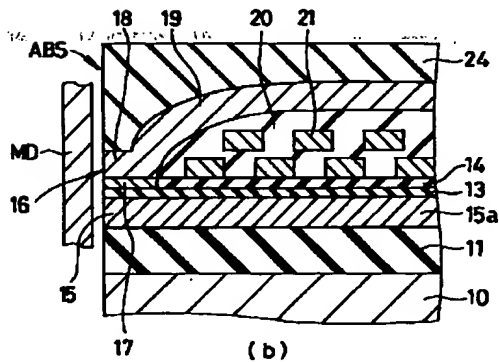


(a)

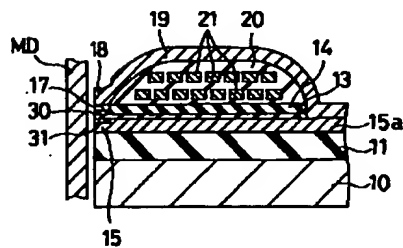
【図20】



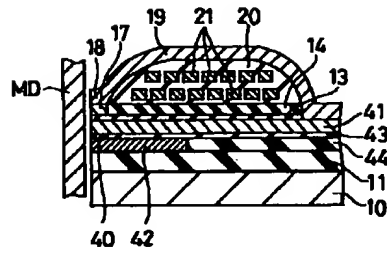
【図21】



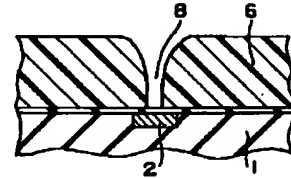
(b)



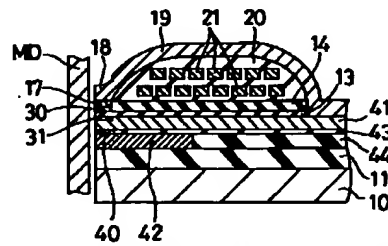
【图24】



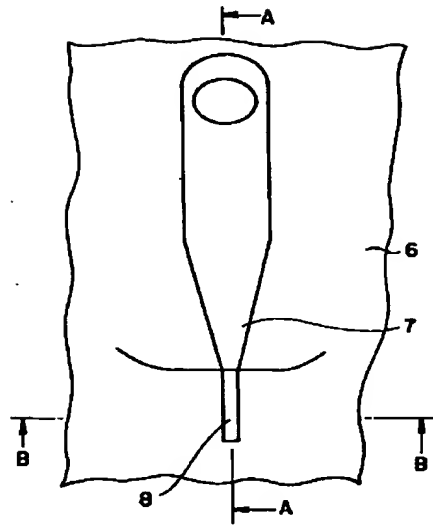
【図30】



【图28】



【図31】



PAT-NO: JP410269524A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10269524 A

TITLE: THIN FILM MAGNETIC HEAD AND ITS
MANUFACTURE

PUBN-DATE: October 9, 1998

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

SHOJI, SHIGERU

SAWADA, SHUICHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

YAMAHA CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP10025029

APPL-DATE: January 21, 1998

INT-CL (IPC): G11B005/31

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a thin film magnetic head for hard disk for narrow track width high density recording, which has high precision of an upper part pole width and a sufficient characteristic, can use high saturated magnetic flux density material for an upper part pole and can improve an NLTS (nonlinear transition shift) and recording density.

SOLUTION: A lower part pole 15 is formed on a substrate 10, and a gap layer 13 is formed on a protection film 12 buried with the lower part pole 15. A

first upper part pole 17 is formed on this gap layer 13 so as to oppose to the lower part pole 15. The protection film 14 is formed so as to align with the upper surface of this first upper part pole 17, and a coil part consisting of plural layers of coils buried in an insulation layer 20 is provided on this protection film 14. An upper part core layer 19 is formed on this coil part, and its tip part forms a second upper part pole 18 laminated on the first part pole 17 and electrically connected to it. An upper part pole 16 is formed by the first upper part pole 17 formed before the coil part is formed and the second upper part pole 18 formed after the coil part is formed.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO